

Sujet de thèse

Laboratoire : Institut Fresnel

Directeur de thèse : Abdeddaim Redha/Stefan Enoch

Email : redha.abdeddaim@fresnel.fr/stefan.enoch@fresnel.fr

Adresse : Institut Fresnel, Domaine Universitaire de Saint Jérôme, 13397 Marseille

Title/Titre : *Time Varying Metamaterials and Metasurfaces / Métamatériaux et Metasurfaces variant dans le temps*

Description (English) :

Metamaterials and metasurfaces are structured materials whose macroscopic characteristics allow for fine control of electromagnetic radiation and thus for the realization of complex electromagnetic functions such as ideal absorption, invisibility etc. Recently, a new field of research has emerged in this area, the temporal modulation of the macroscopic characteristics of metamaterials. In other words, the control of the effective optical index as a function of time. This degree of freedom opens new possibilities for shaping electromagnetic fields and paves the way for novel methods of control.

The aim of this thesis is, first, to study from a theoretical point of view the impact of time modulation on the spectral response of metamaterials. Then, based on the theoretical elements, the objective will be to find the best way to modulate this response as a function of time. Particular attention will be paid to the electronic control system. Finally, the last part of the thesis will be devoted to the design of a metasurface with time-varying parameters in order to achieve functions such as non-reciprocity (active, without magnetic material), frequency conversion (Doppler effect), energy accumulation, etc.

The possibilities of electromagnetic near-field control will be particularly looked at with possibilities of non-radiative and non-reciprocal energy transfer for example or energy accumulation type effects on the local density of electromagnetic states.

Description (Français) :

Les métamatériaux et metasurfaces sont des matériaux structurés dont les caractéristiques macroscopiques permettent de contrôler finement le rayonnement électromagnétique et ainsi réaliser des fonctions électromagnétiques complexes tel que l'absorption idéale, l'invisibilité etc. Récemment, un nouveau champ de recherche est apparu dans ce domaine, la modulation temporelle des caractéristiques macroscopiques des metamateriaux. Autrement dit le contrôle de l'indice optique effectif en fonction du temps. Ce degré de liberté

ouvre de nouvelles possibilités de façonner les champs électromagnétiques et ouvre la voie à des moyens de contrôle inédits.

Le but de cette thèse est d'abord d'étudier d'un point de vue théorique l'impact de la modulation temporelle sur la réponse spectrale de metamateriaux. Ensuite, en fonction des éléments théoriques, l'objectif sera de trouver la meilleure façon de moduler cette réponse en fonction du temps. Une attention particulière sera accordée au système électronique de contrôle. Enfin, la dernière partie de la thèse sera consacrée à la conception d'une metasurface avec des paramètres variables dans le temps afin de réaliser des fonctions telles que la non-réciprocité (active, sans matériau magnétique), la conversion de fréquence (effet Doppler), accumulation d'énergie, etc.

Les possibilités du contrôle du champ proche électromagnétique seront particulièrement regardées avec des possibilités de transfert d'énergie non radiatif et non réciproque par exemple ou des effets de type accumulation d'énergie sur la densité locale d'états électromagnétiques.